

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-374208

(43)Date of publication of application : 26.12.2002

(51)Int.Cl.

H04B 10/02
G02B 5/18
G02B 5/28
G02F 1/01
H04B 10/00
H04B 10/18
H04J 14/00
H04J 14/02

(21)Application number : 2001-180476

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 14.06.2001

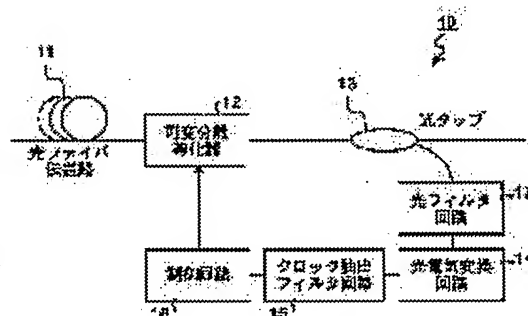
(72)Inventor : SUGIHARA TAKASHI
SHIMIZU KATSUHIRO
KOBAYASHI YUKIO
HASHIMOTO MINORU

(54) VARIABLE DISPERSION EQUALIZER, OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM USING THE SAME, OPTICAL RECEIVER AND DISPERSION CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a variable dispersion equalizer, having superior controllability and a widened dispersion controllable range that applies dispersion equalization control, even with respect to large residual dispersion values, with optimum conditions.

SOLUTION: An optical filter circuit 17 captures part of an optical signal transmitted through an optical fiber transmission line 11 by branching the optical signal by an optical tap 13 and passes an optical signal with processing wavelength band in the distributed optical signal, a photoelectric conversion circuit 14 converts the optical signal into an electrical signal, a clock extract filter circuit 15 outputs a clock component with a specific frequency from the electric signal and a control circuit 16 applies wavelength distribution control to a variable dispersion equalizer 12, depending on the magnitude of the clock component.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-374208
(P2002-374208A)

(43) 公開日 平成14年12月26日 (2002. 12. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 4 B 10/02		G 0 2 B 5/18	2 H 0 4 8
G 0 2 B 5/18		5/28	2 H 0 4 9
5/28		G 0 2 F 1/01	B 2 H 0 7 9
G 0 2 F 1/01			C 5 K 0 0 2
		H 0 4 B 9/00	M
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-180476(P2001-180476)

(22) 出願日 平成13年6月14日 (2001. 6. 14)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 杉原 隆嗣

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 清水 克宏

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

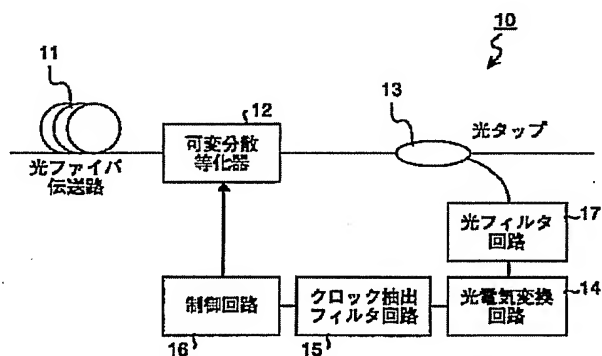
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変分散等化装置、それを用いた光伝送システム、光受信器および分散制御方法

(57) 【要約】

【課題】 制御性に優れ、分散制御の可能な制御範囲を広くして、大きな残留分散値に対しても最適な条件で分散等化の制御を行うこと。

【解決手段】 光ファイバ伝送路 11 に伝送された光信号の一部を光タップ 13 で分岐させて取り込み、光フィルタ回路 17 によって光信号のうち所定波長帯域の光信号を通過させた後に、光電気変換回路 14 で電気信号に変換し、クロック抽出フィルタ回路 15 で電気信号から特定周波数のクロック成分を出力し、制御回路 16 がこのクロック成分の大きさに応じて可変分散等化器 12 の波長分散制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号を伝送する光伝送路の波長分散の変動に応じて随時分散等化を行う可変分散等化手段を有する可変分散等化装置において、前記光伝送路に伝送された光信号を波形整形する波形整形手段と、前記波形整形された光信号から特定周波数のクロック成分を出力する電気フィルタ手段と、前記出力されたクロック成分の大きさに応じて前記可変分散等化手段を制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする可変分散等化装置。

【請求項 2】 光信号を伝送する光伝送路の波長分散の変動に応じて随時分散等化を行う可変分散等化手段を有する可変分散等化装置において、前記光伝送路に伝送された光信号のうち所定波長帯域の光信号を通過させる光フィルタ手段と、前記通過された光信号から特定周波数のクロック成分を出力する電気フィルタ手段と、前記出力されたクロック成分の大きさに応じて前記可変分散等化手段を制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする可変分散等化装置。

【請求項 3】 前記可変分散等化装置は、前記光フィルタ手段の前段または後段に接続され、入力する前記光信号に所定特性の波長分散を付与する分散付与手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の可変分散等化装置。

【請求項 4】 前記光フィルタ手段は、入力する前記光信号に所定特性の波長分散を付与する分散付与を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の可変分散等化装置。

【請求項 5】 前記可変分散等化装置は、前記光伝送路または前記波形整形手段もしくは前記光フィルタ手段の前段に接続され、前記光伝送路に伝送された光信号の信号レベルを検出する検出手段をさらに備え、前記制御手段は、前記出力されたクロック成分の大きさおよび前記検出された光信号の信号レベルに応じて前記可変分散等化手段を制御することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の可変分散等化装置。

【請求項 6】 前記光フィルタ手段は、中心波長または通過帯域幅の少なくとも一つを所望の値に可変設定することを特徴とする請求項 2 ～ 5 のいずれか一つに記載の可変分散等化装置。

【請求項 7】 前記制御手段は、前記出力されたクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記可変分散等化手段を制御することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の可変分散等化装置。

【請求項 8】 前記制御手段は、前記出力されたクロック成分の大きさと前記検出された光信号の信号レベルの比をとり、該比が極大値、極小値または所定値のいずれかになるように前記可変分散等化手段を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の可変分散等化装置。

【請求項 9】 波長多重された光信号を伝送する光伝送路の波長分散の変動に応じて随時分散等化を行う可変分散等化手段を有する可変分散等化装置において、前記波長多重された光信号を各波長帯域毎の光信号に分波する光波長分波手段と、前記光波長分波手段に接続され、前記各波長帯域毎に分散等化を行う少なくとも一つの前記請求項 1 ～ 8 の可変分散等化装置と、を備えたことを特徴とする可変分散等化装置。

【請求項 10】 前記可変分散等化装置は、複数の波長帯域の光信号を合波する光波長合波手段をさらに備え、前記請求項 1 ～ 8 の各可変分散等化装置から出力される光信号を合波することを特徴とする請求項 9 に記載の可変分散等化装置。

【請求項 11】 少なくとも一つの光送信器から送信された光信号を光伝送路を介して光受信器で受信する光伝送システムにおいて、前記光受信器内または光受信器近傍に前記請求項 1 ～ 10 の可変分散等化装置を少なくとも一つ備えたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 12】 前記光伝送システムは、前記光送信器から送信された光信号を光増幅する少なくとも一つの光増幅中継器をさらに備え、該光増幅中継器内または前記光伝送路上に請求項 1 ～ 10 の可変分散等化装置を少なくとも一つ備えたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 13】 光信号を受信する光受信器において、前記請求項 1 ～ 10 の可変分散等化装置を少なくとも一つ備えたことを特徴とする光受信器。

【請求項 14】 光信号を伝送する光伝送路の波長分散を制御する分散制御方法において、前記光伝送路に伝送された光信号を波形整形する波形整形工程と、前記波形整形された光信号から特定周波数のクロック成分を抽出する抽出工程と、前記抽出されたクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記伝送路の波長分散を制御する制御工程と、を含むことを特徴とする分散制御方法。

【請求項 15】 光信号を伝送する光伝送路の波長分散を制御する分散制御方法において、前記光伝送路に伝送された光信号のうち所定波長帯域の光信号を通過させる通過工程と、前記通過された光信号から特定周波数のクロック成分を抽出する抽出工程と、前記抽出されたクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記伝送路の波長分散を制御する制御工程と、を含むことを特徴とする分散制御方法。

【請求項 16】 前記分散制御方法は、前記光伝送路に伝送された光信号の信号レベルを検出する検出工程をさらに含み、

前記制御工程では、前記抽出されたクロック成分の大きさと前記検出された光信号の信号レベルの比をとり、該比が極大値、極小値または所定値のいずれかになるように前記伝送路の波長分散を制御することを特徴とする請求項 14 または 15 に記載の分散制御方法。

【請求項 17】 前記分散制御方法は、前記通過工程の実行前または実行後に、入力する光信号に所定特性の波長分散を付与する分散付与工程をさらに含むことを特徴とする請求項 15 または 16 に記載の分散制御方法。

【請求項 18】 前記通過工程では、前記通過する光信号の中心波長または通過帯域幅の少なくとも一つを所望の値に変設定することを特徴とする請求項 15～17 のいずれか一つに記載の分散制御方法。

【請求項 19】 波長多重された光信号を伝送する光伝送路の波長分散の変動に応じて随時分散等化の制御を行う分散制御方法において、前記波長多重された光信号を、各波長帯域毎の光信号に分波する分波工程と、前記分波された各波長帯域毎の光信号に対して請求項 14～18 の分散制御方法のうち少なくとも一つの制御方法によって分散等化の制御を行う工程と、を含むことを特徴とする分散制御方法。

【請求項 20】 前記分散制御方法は、前記分散等化制御が行われた各波長帯域の光信号を合波する光波長合波工程をさらに含むことを特徴とする請求項 19 に記載の分散制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、伝送路の波長分散変動に応じて適切な分散等化を行う可変分散等化装置、それを用いた光伝送システムおよび分散制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の光伝送システムでは、光ファイバ伝送路において伝送される光信号の波長差に応じた波長分散が生じる。この波長分散は、外界の温度や応力などの経時的変化によって変動するが、特に高速で光信号の伝送を行う高速光伝送システムにおいては、光信号の波長分散耐力が著しく劣化し、僅かな波長分散の変動によっても光信号の伝送信号品質が劣化してしまう。そこで、このような変動を伴う波長分散の影響を回避するために、可変分散等化器を用いた分散制御方法によって自動分散等化を実現しようとするものがあつた。

【0003】 この分散制御を行うものとしては、例えば特開平 11-68657 号公報や特開平 11-88262 号公報に記載されているように、光伝送路を伝送されてきた光信号のクロック成分（ビットレート周波数成分）の大きさを検波し、この大きさに基づいて可変分散等化器の制御を行うものがある。

【0004】 図 9 は、分散制御を行う可変分散等化装置

10 の従来例の構成を示すブロック図である。図 9 において、11 は光ファイバ伝送路、12 は光ファイバ伝送路 11 に設けられた可変分散等化器、13 は可変分散等化器 12 後段の光ファイバ伝送路 11 上に設けられた光タップであり、可変分散等化器 12 から出力された光信号は、一部が光タップ 13 によって分岐され、分岐された光信号が光電気変換回路 14 に入力して電気信号に変換された後に、クロック抽出フィルタ回路 15 に入力する。クロック抽出フィルタ回路 15 は、電気信号から周波数のクロック成分のみを抽出する。

【0005】 クロック抽出フィルタ回路 15 によって抽出されたクロック成分（以下、「抽出クロック成分」という）は、光ファイバ伝送路を介して伝送された光信号のビットレートに対応する周波数を用いているが、波長分散に伴う光信号波形の歪みに応じて特徴的に変化する周波数成分であればどのような周波数を使用してもよい。制御回路 16 は、このクロック成分の大きさを検波し、例えばその大きさが極大値または極小値をとるように、可変分散等化器の分散制御を行う。

【0006】 つぎに、一例として信号のビットレートが 40 Gbit/s で、パルス幅が信号ビットレートの約半分である RZ (Return-to-Zero) 光信号の場合において、可変分散等化器通過後の残留分散値に対する抽出クロック成分の大きさの変化を計算し、その計算結果を図 2 に示す。図 2 中の実線は、可変分散等化器から出力される光信号を直接光電変換した場合の抽出クロック成分の大きさを示しており、可変分散等化器通過後の残留分散値が零になったときに抽出クロック成分が極大値になることがわかる。したがって、この例では、抽出クロック成分が極大値になるように可変分散等化器を制御することで、可変分散等化器通過後の残留分散値が零に向かって制御されることとなる。

【0007】 上記従来例では、自動分散等化を行う際にクロック成分の大きさを監視しており、この方法では監視部の構成が簡易になるという長所を有している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来例では、信号のビットレート、符号化形式、信号波形などにより、可変分散等化器通過後の残留分散値に対するクロック成分の変化度合が決まってしまうので、この変化度合に対応するように制御回路を設計する必要がある。このために制御回路の設計の自由度が制限されるといふ問題点があつた。

【0009】 また、僅かな残留分散値が生じることによってクロック成分が減少するため、より大きな残留分散値が生じた場合には、クロック成分の大きさが急激に変化し制御が困難になることがある。例えば図 2 の実線に示す変化において、抽出クロック成分の極大値を探し出す制御を行う場合には、抽出クロック成分が最初に極小値となる残留分散の大きさは、実線での C1 点で示され

ており、このC1点で分散制御の可能な制御範囲が制限される。ここで、残留分散値がC1点を超えて大きくなると、抽出クロック成分が極大値を得るための可変分散等化量の制御の向き（等化量の大小）の決定が容易でなくなり、このため抽出クロック成分の大きさのみを観測しただけでは最適な分散制御を行うことは困難となる。さらに、超高速で光信号の伝送を行う場合においては、光信号の変調のビットレートが超高速になると、光信号の波長分散耐力が速度に応じて小さくなり、上記制御範囲も大幅に制限される。これは光信号が超高速で伝送されると、僅かな残留分散値の変動に対してもクロック成分の大きさが急激に変化することを示すもので、高精度な制御が可能となる反面、分散値変動に対するクロック成分の変化が急激すぎると制御範囲が大幅に制限されるので、分散制御を行うことが困難になるという問題点もあった。

【0010】さらに、分散制御の際に抽出クロック成分の大きさが極大値または極小値をとるようにするが、抽出クロック成分の極大や極小と、光受信器での最適条件とは必ずしも一致するとは限らず、構成が簡易な抽出クロック成分の監視による分散制御を行う場合でも、上記条件にあったより柔軟性のある制御動作点の設定が必要であった。

【0011】この発明は上記問題点を鑑みてなされたもので、制御性に優れ、分散制御の可能な制御範囲を広くして、大きな残留分散値に対しても最適な条件で分散等化の制御を行うことができる可変分散等化装置、それを用いた光伝送システムおよび分散制御方法を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明にかかる可変分散等化装置は、光信号を伝送する光伝送路の波長分散の変動に応じて随時分散等化を行う可変分散等化手段を有する可変分散等化装置において、前記光伝送路に伝送された光信号を波形整形する波形整形手段と、前記波形整形された光信号から特定周波数のクロック成分を出力する電気フィルタ手段と、前記出力されたクロック成分の大きさに応じて前記可変分散等化手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】この発明によれば、伝送路に伝送された光信号を分岐させて取り込み、波形整形手段によって光信号の波形を整形した後に、電気フィルタ手段で光信号から特定周波数のクロック成分を出力し、制御手段がこのクロック成分の大きさに応じて可変分散等化手段の波長分散制御を行うことによって、クロック成分の残留分散値に対する変動度合を調整する。

【0014】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、光信号を伝送する光伝送路の波長分散の変動に応じて随時分散等化を行う可変分散等化手段を有する可変分散等

化装置において、前記光伝送路に伝送された光信号のうち所定波長帯域の光信号を通過させる光フィルタ手段と、前記通過された光信号から特定周波数のクロック成分を出力する電気フィルタ手段と、前記出力されたクロック成分の大きさに応じて前記可変分散等化手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】この発明によれば、伝送路に伝送された光信号を分岐させて取り込み、光フィルタ手段によって光信号のうち所定波長帯域の光信号を通過させた後に、電気フィルタ手段で光信号から特定周波数のクロック成分を出力し、制御手段がこのクロック成分の大きさに応じて可変分散等化手段の波長分散制御を行うことによって、クロック成分の残留分散値に対する変動度合を調整する。

【0016】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、上記の発明において、前記光フィルタ手段の前段または後段に接続され、入力する前記光信号に所定特性の波長分散を付与する分散付与手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0017】この発明によれば、可変分散等化手段の動作制御点を任意設定が可能なように、分散付与手段で入力する光信号に所定特性の波長分散を付与する。

【0018】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、上記の発明において、前記光フィルタ手段は、入力する前記光信号に所定特性の波長分散を付与する分散付与を行うことを特徴とする。

【0019】この発明によれば、より少ない部品点数で可変分散等化手段の動作制御点を任意設定することが可能なように、光フィルタ手段自体に分散付与機能を持たせる。

【0020】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、上記の発明において、前記光伝送路または前記波形整形手段もしくは前記光フィルタ手段の前段に接続され、前記光伝送路に伝送された光信号の信号レベルを検出する検出手段をさらに備え、前記制御手段は、前記出力されたクロック成分の大きさおよび前記検出された光信号の信号レベルに応じて前記可変分散等化手段を制御することを特徴とする。

【0021】この発明によれば、分岐させて取り込んだ光信号の信号レベルを検出手段で検出し、入力されるクロック成分の大きさと光信号の信号レベルに応じて制御手段が可変分散等化手段を制御することにより、特定周波数のクロック成分の変動と光信号の信号レベル自体の変動とをともに含んだ制御を行う。

【0022】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、上記の発明において、前記光フィルタ手段は、中心波長または通過帯域幅の少なくとも一つを所望の値に変可設定することを特徴とする。

【0023】この発明によれば、制御条件の設定の自由度を大きくするために、光フィルタ手段の中心波長また

は通過帯域幅またはその両方を可変設定する。

【0024】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記出力されたクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記可変分散等化手段を制御することを特徴とする。

【0025】この発明によれば、電気フィルタ手段から出力されるクロック成分が極大値または極小値となるように、制御手段が可変分散等化手段を制御することで、安定した制御を行う。

【0026】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記出力されたクロック成分の大きさと前記検出された光信号の信号レベルの比をとり、該比が極大値、極小値または所定値のいずれかになるように前記可変分散等化手段を制御することを特徴とする。

【0027】この発明によれば、電気フィルタ手段から出力されるクロック成分と検出手段で検出された光信号のそれぞれのレベルの比が極大値、極小値または所定値のいずれかになるように可変分散等化手段を制御することで、電気フィルタ手段からの出力が極大値または極小値からずれた場合に最適条件となる光信号に対しても安定した制御を行う。

【0028】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、波長多重された光信号を伝送する光伝送路の波長分散の変動に応じて随時分散等化を行う可変分散等化手段を有する可変分散等化装置において、前記波長多重された光信号を、各波長帯域毎の光信号に分波する光波長分波手段と、前記光波長分波手段に接続され、前記各波長帯域毎に分散等化を行う少なくとも一つの上記記載の可変分散等化装置とを備えたことを特徴とする。

【0029】この発明によれば、光波長分波手段と可変分散等化手段を有し、光波長分波手段で分波された光信号に対して、可変分散等化手段が各波長帯域毎に分散等化処理を行う。

【0030】つぎの発明にかかる可変分散等化装置は、上記の発明において、複数の波長帯域の光信号を合波する光波長合波手段をさらに備え、前記各可変分散等化装置から出力される光信号を合波することを特徴とする。

【0031】この発明によれば、光波長分波手段と各可変分散等化装置と光波長合波手段を有し、各波長帯域毎の分散等化処理後に光波長合波手段によって各波長帯域毎の光信号を再び合波することで、光伝送路の途中においても各波長帯域毎の分散等化処理を行う。

【0032】つぎの発明にかかる光伝送システムは、少なくとも一つ的光送信器から送信された光信号を光伝送路を介して光受信器で受信する光伝送システムにおいて、前記光受信器内または光受信器近傍に上記記載の可変分散等化装置を少なくとも一つ備えたことを特徴とする。

【0033】この発明によれば、可変分散等化装置を光

受信器内または光受信器近傍に配置することで、光受信器の受信特性を最適にする。

【0034】つぎの発明にかかる光伝送システムは、上記の発明において、前記光送信器から送信された光信号を光増幅する少なくとも一つ的光増幅中継器をさらに備え、該光増幅中継器内または前記光伝送路上に上記記載の可変分散等化装置を少なくとも一つ備えたことを特徴とする。

【0035】この発明によれば、可変分散等化装置を光増幅中継器内または前記光伝送路上に配置することで、光伝送系の任意の場所で分散等化処理を行う。

【0036】つぎの発明にかかる光受信器は、光信号を受信する光受信器において、上記記載の可変分散等化装置を少なくとも一つ備えたことを特徴とする。

【0037】この発明によれば、可変分散等化装置を光受信器に配置することで、光受信器の受信特性を最適にする。

【0038】つぎの発明にかかる分散制御方法は、光信号を伝送する光伝送路の波長分散を制御する分散制御方法において、前記光伝送路に伝送された光信号を波形整形する波形整形工程と、前記波形整形された光信号から特定周波数のクロック成分を抽出する抽出工程と、前記抽出されたクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記伝送路の波長分散を制御する制御工程とを含むことを特徴とする。

【0039】この発明によれば、光伝送路に伝送された光信号を波形整形した後に、光信号から特定周波数のクロック成分を抽出し、さらにクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記伝送路の波長分散を制御することによって、クロック成分の残留分散値に対する変動度を調整する。

【0040】つぎの発明にかかる分散制御方法は、光信号を伝送する光伝送路の波長分散を制御する分散制御方法において、前記光伝送路に伝送された光信号のうち所定波長帯域の光信号を通過させる通過工程と、前記通過された光信号から特定周波数のクロック成分を抽出する抽出工程と、前記抽出されたクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記伝送路の波長分散を制御する制御工程とを含むことを特徴とする。

【0041】この発明によれば、光伝送路に伝送された光信号を特定周波数に帯域制限した後に、光信号からクロック成分を抽出し、さらにクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記伝送路の波長分散を制御することによって、クロック成分の残留分散値に対する変動度を調整する。

【0042】つぎの発明にかかる分散制御方法は、上記の発明において、前記分散制御方法は、前記光伝送路に伝送された光信号の信号レベルを検出する検出工程をさらに含み、前記制御工程では、前記抽出されたクロック成分の大きさと前記検出された光信号の信号レベルの比

をとり、該比が極大値、極小値または所定値のいずれかになるように前記伝送路の波長分散を制御することを特徴とする。

【0043】この発明によれば、クロック成分と光信号のそれぞれのレベルの比が極大値または極小値になるように、または極大値や極小値からずれた場合に所定値になるように前記伝送路の波長分散を制御する。

【0044】つぎの発明にかかる分散制御方法は、上記の発明において、前記分散制御方法は、前記通過工程の実行前または実行後に、入力する光信号に所定特性の波長分散を付与する分散付与工程をさらに含むことを特徴とする。

【0045】この発明によれば、光信号に所定特性の波長分散を付与して、分散の最適制御ポイントを等価的にシフトさせる。

【0046】つぎの発明にかかる分散制御方法は、上記の発明において、前記通過工程では、前記通過する光信号の中心波長または通過帯域幅の少なくとも一つを所望の値に変設定することを特徴とする。

【0047】この発明によれば、通過する光信号の中心波長または通過帯域幅またはその両方を可変設定する。

【0048】つぎの発明にかかる分散制御方法は、波長多重された光信号を伝送する光伝送路の波長分散の変動に応じて随時分散等化の制御を行う分散制御方法において、前記波長多重された光信号を、各波長帯域毎の光信号に分波する分波工程と、前記分波された各波長帯域毎の光信号に対して上記記載の制御方法のうち少なくとも一つの制御方法によって分散等化の制御を行う工程とを含むことを特徴とする。

【0049】この発明によれば、前記各波長帯域毎に分波した光信号に対して分散等化処理を行う。

【0050】つぎの発明にかかる分散制御方法は、上記の発明において、前記分散等化制御が行われた各波長帯域の光信号を合波する光波長合波工程をさらに含むことを特徴とする。

【0051】この発明によれば、各波長帯域毎の分散等化処理後に、波長帯域毎の光信号を再び合波することで、光伝送路の途中においても各波長帯域毎の分散等化処理を行う。

【0052】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、この発明にかかる可変分散等化装置、それを用いた光伝送システムおよび分散制御方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0053】実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。図1において、可変分散等化装置10は、図9に示した可変分散等化装置に光フィルタ回路17をさらに設けている。光フィルタ回路17は、光ファイバ伝送路11に伝送された光信号のうち所定波長帯域の光信号を通

過させる波長帯域制限用のものであり、例えばファイバグレーティング型フィルタ、誘電体多層膜フィルタなどの光バンドパスフィルタを用いることができる。その他の構成は、図9に示した可変分散等化装置と同じである。以下、同一構成部分には、同一符号を付すものとする。

【0054】図1において、光ファイバ伝送路11に接続された可変分散等化器12は、伝送する光信号が光ファイバ伝送路11で受けた波長分散と逆特性の波長特性を光信号に与えることにより、光信号が光ファイバ伝送路11の波長分散によって受ける波形歪みを等化している。可変分散等化器12で作り出す波長分散は、光ファイバ伝送路11の有する波長分散に応じて任意に可変設定できるものであり、このような可変分散等化器12としては、例えばファイバグレーティングに薄膜ヒータを取り付けた構成のもの（例えば、特開2000-137197号公報に記載のデバイス）などを用いることができる。これにより、光ファイバ伝送路11の波長分散が、例えば環境温度の変化などによって変化した場合でも、可変分散等化器12で作り出す波長分散特性を随時任意に変更して最適な制御を行うことにより、最適な分散等化処理が可能となる。

【0055】可変分散等化器12から出力された光信号は、光タップ13によって分岐されて一部が光フィルタ回路17に入力する。分岐された光信号は、光フィルタ回路17で帯域制限を受けた後、光電気変換回路14によって電気信号に変換され、さらにクロック抽出フィルタ回路15において光信号のビットレートに相当する周波数のクロック成分が抽出される。抽出されたクロック成分は、制御回路16に入力されており、制御回路16は、例えば図示しないピーク検波器等の検波手段によって得られた抽出クロック成分の大きさに応じて可変分散等化器12の制御を行う。このような可変分散等化器を制御する簡便な方法としては、光信号の変調ビットレートに対応する周波数成分の変化をモニタするものがある。

【0056】図2には、前述したごとくパルス幅が信号ビットレートの約半分であるRZ (Return-to-Zero) 光信号の場合の残留分散値に対する抽出クロック成分の大きさの変化を計算した一例が示されている。ここでは、信号ビットレートを40 Gbit/sとし、図2中の実線は光フィルタ回路17を可変分散等化装置10に具備しない場合の残留分散値に対するクロック成分の大きさの変化を表し、図2中の一点鎖線は光フィルタ回路17が3 dB通過帯域0.3 nm、20 dB通過帯域0.5 nmの台形型の通過特性を有する場合、点線は光フィルタ回路17が3 dB通過帯域0.4 nm、20 dB通過帯域0.6 nmの台形型の通過特性を有する場合の残留分散値に対するクロック成分の大きさの変化をそれぞれ表している。また、図2中のクロック

成分の大きさに関しては、残留分散値が零の場合でそれぞれを規格化している。

【0057】図2において、まず可変分散等化装置10に光フィルタ回路17を具備しない場合を考えると、図中の実線に示すように残留分散値が零の時に、抽出クロック成分の大きさが極大値（図中のA点）を示すため、制御回路16によって抽出クロック成分が極大値になるように可変分散等化器12を制御することで、分散等化処理後の残留分散値が零となるような最適等化が可能となる。ここで、抽出クロック成分の大きさがより大きくなるような制御を行う場合には、抽出クロック成分が、零になる値より大きな残留分散値に対する時、すなわち図中の実線の場合に残留分散値が $\pm 50 \text{ ps/nm}$ 以上の時には、極大値をピークとする凸形状の波形以外の別のピークを含む凸形状の波形が存在するので、抽出クロック成分が極大値を得るための等化量の制御の向きを決定できなくなり、抽出クロック成分の大きさのみを観測しただけでは分散制御を行うことは困難となる。

【0058】そこで、図1に示したごとく、光信号の光電変換を行う前に光フィルタ回路によって波長の帯域制限を行うと、図2中の点線または一点鎖線に示すように、伝送されてきた光信号が同じ（信号ビットレートが 40 Gbit/s のRZ光信号）場合でも、残留分散値に対する抽出クロック成分の大きさの変化する度合が変わる。このため、極大値をピークとする凸形状のみの波形となるので、抽出クロック成分のみを観測していても、光フィルタを具備しない場合に比べてより大きな残留分散値に対しても最適制御が可能となる。また、実線の場合に比べて点線および一点鎖線の場合には、残留分散値に対する抽出クロック成分の変化度合が小さいので、抽出クロック成分の変化度合が鋭敏で制御回路による制御性に難がある場合でも、光フィルタ回路での帯域制限幅の調整により、制御に最適な抽出クロック成分の変化度合を決定できるため、制御性および設計の自由度が大幅に向上する。

【0059】なお、この実施の形態1では、RZ光信号に対して抽出クロック成分が極大値をとるように制御する場合について説明したが、この発明はこれに限らず、抽出クロック成分が零または極小値をとるように制御する場合、例えばNRZ（Non Return-to-Zero）光信号を用いた場合には、残留分散値が零の時に抽出クロック成分が極小値をとるように制御すれば、光フィルタ回路17を具備したことによる同様の効果を得ることが可能となる。

【0060】また、この実施の形態1では、光信号の変調ビットレートに対応したクロック周波数成分を元に可変分散等化器の制御を行う場合について説明したが、この発明はこれに限らず、波長分散によって生じる光波形の歪みの影響が顕著に表れる周波数成分であれば、どの周波数成分を利用した場合でも同様の効果を得ることが

可能となる。

【0061】また、光フィルタ回路としては、中心波長または通過帯域幅が可変の光フィルタ回路を用いることで、より制御条件の設定自由度の高い可変分散等化装置を得ることが可能となる。

【0062】この実施の形態1によれば、光フィルタ回路を可変分散等化装置に具備させて、帯域制限を行い、制御回路によって残留分散値に対する抽出クロック成分の大きさの変動の度合を調整することで、制御性に優れ、有効な分散制御の可能な制御範囲を広範囲にして、伝送路の波長分散変動に応じた適切な分散等化を行うことができる。

【0063】実施の形態2. また、図3に示すように、光フィルタ回路17に変えて光信号の波形自体を変化させる波形整形回路21を具備することも可能である。波形整形回路21は、光タップ13によって分岐された光ファイバ伝送路11の光信号の一部を、例えば図2中の点線または一点鎖線に示す波形に整形して、光電気変換回路14に出力する。波形整形された光信号は、光電気変換回路14によって電気信号に変換され、さらにクロック抽出フィルタ回路15において光信号のビットレートに相当する周波数のクロック成分が抽出される。抽出されたクロック成分は、制御回路16に入力されており、制御回路16は、実施の形態1と同様に、得られた抽出クロック成分の大きさに応じて可変分散等化器12の制御を行う。

【0064】この実施の形態によれば、波形整形回路を可変分散等化装置に具備させて、光信号の波形を整形し、制御回路によって残留分散値に対する抽出クロック成分の大きさの変動の度合を調整することで、実施の形態1と同様に、制御性に優れ、有効な分散制御の可能な制御範囲を広範囲にして、伝送路の波長分散変動に応じた適切な分散等化を行うことができる。

【0065】実施の形態3. 図4は、この発明の実施の形態3の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。この実施の形態3は、実施の形態1で示した可変分散等化装置の変形例である。図4において、可変分散等化装置10は、図1に示した可変分散等化装置に分散付与回路18をさらに設けている。分散付与回路18は、光フィルタ回路17の後段に接続され、入力する光信号に所定の波長分散を付加するものである。このような分散付与回路18としては、例えば分散補償ファイバ、チャープドファイバグレーティングなどの光デバイスを用いることができる。

【0066】可変分散等化装置10が分散付与回路18を具備することで、分散の最適制御ポイントを等価的にシフトさせることが可能となり、例えば図2中のA1

(A2, A3)点で可変分散等化器12が動作している場合、分散付与回路18が約 25 ps/nm の分散を付与することで、クロック抽出レベルはB1(B2, B

3) 点、約50ps/nmの分散を付与することで、クロック抽出レベルはC1(C2, C3)点となり、制御回路16での動作ポイントを等価的に変更することで、より制御が容易な動作ポイントを選択することができる。

【0067】また、超高速での光信号では、光フィルタ回路が有する僅かな波長分散値も抽出クロック成分の大きさの変化に影響を及ぼす。例えば光フィルタ回路17として一般的な誘電体多層膜光フィルタにおける通過波長帯域内での分散値は数10ps/nm程度であり、図2に示した残留分散値と抽出クロック成分の大きさの変化を考えた場合、この光フィルタが有する分散値は無視できない値である。このような場合でも、光フィルタ回路17の有する特性と逆特性の分散を分散付与回路18によって与えることで、光フィルタ回路17の持つ波長分散の影響を打ち消すことが可能となる。

【0068】なお、この実施の形態3では、分散付与回路18を光フィルタ回路17の後段に接続させて配置しているが、分散付与回路18を光フィルタ回路17の前段に配置してもよい。

【0069】また、この実施の形態3では、光フィルタ回路17と分散付与回路18を別々の光素子として具備しているが、光フィルタ自体に分散付与機能を持たせることが可能である。このような構成をとることで、部品点数の削減が図られ、より簡易な構成とすることができる。このような構成の光フィルタ回路としては、例えばチャープドファイバグレーティングなどの光デバイスを用いることができる。

【0070】この実施の形態3によれば、分散付与回路を具備して、入力する光信号に所定の波長分散を付加して分散の最適制御ポイントを等価的にシフトさせることで、図1の実施の形態1に比べて制御条件設定の自由度がより大きな可変分散等化装置を実現することができる。

【0071】実施の形態4. 図5は、この発明の実施の形態4の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。この実施の形態4は、実施の形態1で示した可変分散等化装置の変形例である。図5において、可変分散等化装置10は、図1に示した可変分散等化装置10に光タップ19と光パワーモニタ回路20をさらに設けている。光タップ19は、光フィルタ回路17の前段に接続され、光タップ13からの光信号の一部を分岐し、分岐された光信号が光パワーモニタ回路20に入力している。光パワーモニタ回路20は、光フィルタ回路17に入力する光信号の信号レベル(パワー)を検出し、その検出結果を制御回路16に出力しており、例えばフォトディテクターのような光電気変換器によって構成される。制御回路16では、光パワーモニタ回路20での検出結果とクロック抽出フィルタ回路15からの抽出クロック成分の大きさに応じて可変分散等化器12の制御を

行っている。

【0072】この実施の形態4では、光フィルタ回路17の入力光信号パワーを別途モニタすることにより、クロック抽出フィルタ回路15で抽出されたクロック成分の大きさの変化が、残留分散値の変化であるか、この光信号パワー自体の変化であるかを判別している。そこで、制御回路16は、例えば光信号パワーと抽出クロック成分の大きさとの比をとり、その比が極大値または極小値または任意の一定値をとるように可変分散等化器12を制御することで、光信号パワー自体の変動を考慮に入れた最適な分散等化処理が実行される。

【0073】また、可変分散等化器12として、分散可変時に通過振幅特性が変化するようなデバイス、例えばファイバグレーティングを用いたデバイスを使用した場合には、可変分散等化器12の動作条件の変化(例えば、外界温度や応力などの変化)によっても光フィルタ回路17に入力される光信号パワーが変動する。このような場合でも、光フィルタ回路17への入力光信号パワーを検出することで、光信号パワー自体の変動を考慮に入れた可変分散等化器12の制御が可能になる。

【0074】なお、この実施の形態4では、光フィルタ回路17への入力光信号パワーを検出しているが、光パワーモニタ回路20を可変分散等化器12後段の光ファイバ伝送路11に接続させて、ここでの光信号パワーを検出しても良い。また、可変分散等化器12を通過することによる光信号パワーの変動が無視できる場合には、光パワーモニタ回路20を可変分散等化器12前段の光ファイバ伝送路11に接続させて、ここでの光信号パワーを検出しても良い。さらに、上記の各箇所において光パワーモニタ回路を複数使用し、光信号パワー自体の変動を正確に検出することも可能である。

【0075】この実施の形態4によれば、分岐させて取り込んだ光信号の信号パワーを検出し、抽出クロック成分の大きさと光信号パワーに応じて可変分散等化器を制御することにより、特定周波数のクロック成分の変動と光信号パワー自体の変動とをともに含んだ制御を行う構成とすることで、光信号パワー自体の変動が生じるような伝送系においても安定に可変分散等化器の制御を行うことができる。

【0076】実施の形態5. 図6は、この発明の実施の形態5の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。この実施の形態5は、実施の形態1~4で示した可変分散等化装置の応用例である。図6において、可変分散等化装置10a~10nは、実施の形態1~4に示した可変分散等化装置を表しており、この実施の形態5の可変分散等化装置30は、可変分散等化装置10a~10nと、光ファイバ伝送路31、32a~32nと、光波長分波器33とから構成されている。光波長分波器33としては、例えばAWG(Arrayed Waveguide Grating)やインターリーバといっ

た周期性を持ち多波長を一括して分波可能なデバイスを用いることができる。

【0077】図6において、波長多重光は、光ファイバ伝送路31を伝送して光波長分波器33に入力され、光波長分波器33は、入力した波長多重光を各波長毎の光信号に分波し、光ファイバ伝送路32a~32nを介してそれぞれの可変分散等化装置10a~10nに入力させる。可変分散等化装置10a~10nでは、入力された各波長の光信号に対して、実施の形態1~4に説明したように、最適な分散等化処理を行い、等化後の光信号を出力する。

【0078】この実施の形態5によれば、波長多重光を各波長毎の光信号に分波した後に分散等化処理を行うので、波長多重光に対して各波長毎の最適な分散等化処理を行うことができる。

【0079】実施の形態6、図7は、この発明の実施の形態6の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。この実施の形態6は、実施の形態1~4で示した可変分散等化装置の応用例である。図7において、可変分散等化装置30は、図6に示した可変分散等化装置に光ファイバ伝送路32a~32nをそれぞれ介して接続される光波長合波器34と、光波長合波器34に接続される光ファイバ伝送路35をさらに設けている。光波長分波器33としては、例えばAWG (Arrayed Waveguide Grating) やインターリーバといった周期性を持ち多波長を一括して分波可能なデバイスを用いることができる。

【0080】図7において、可変分散等化装置10a~10nは、実施の形態6に記載の構成と同様に、光波長分波器33で各波長毎に分波されて入力する光信号に対して、実施の形態1~4に説明したように、最適な分散等化処理を行い、等化後の光信号を光波長合波器34に出力しており、光波長合波器34は、入力した各波長毎の光信号を再び一つに合波して光ファイバ伝送路35に出力している。

【0081】この実施の形態6によれば、波長多重光を各波長毎の光信号に分波した後に分散等化処理を行い、再び各波長毎の光信号を合波して出力するので、波長多重光が伝送されている光ファイバ伝送路途中においても、各波長毎の最適な分散等化処理を行うことができる。

【0082】実施の形態7

図8は、この発明の実施の形態7の可変分散等化装置を有する光伝送システムの構成を示す構成図である。この実施の形態7は、実施の形態1~5で示した可変分散等化装置を光増幅中継を行う光伝送システムに応用した例である。図8において、光伝送システム40は、所定波長の光信号を送信する光送信器41と、光ファイバ伝送路42a~42cと、光増幅中継器43a、43bと、可変分散等化装置10 (または30) と、光ファイバ伝

送路42a~42c、光増幅中継器43a、43b、可変分散等化装置10 (30) を順次介して光送信器41と接続される光受信器44とで構築されている。

【0083】可変分散等化装置10 (30) は、実施の形態1~5で示した可変分散等化装置10または30である。すなわち、光伝送システム40が単一波長の光信号を送信する場合には、実施の形態1~4に示した可変分散等化装置10を用いて最適な分散等化処理を行い、光伝送システム40が波長多重光を送信する場合には、実施の形態5に示した可変分散等化装置30を用いて各波長毎に最適な分散等化処理を行うことで、システムの光伝送性能をより向上させることができる。

【0084】光送信器41で送信された光信号は、各光増幅中継器43a、43bで光増幅された後、光受信器44の近傍に配置された可変分散等化装置10 (30) に入力される。可変分散等化装置10 (30) は、受信端にて最適な波長分散等化処理を行い、等化後の光信号を光受信器44に出力しており、光受信器44は、波長分散等化処理がなされた光信号を受信することができる。

【0085】この実施の形態7によれば、可変分散等化装置10 (30) を光受信器44の直前に配置することで、受信端にて最適な波長分散等化処理を行うことができる。

【0086】また、この実施の形態7では、可変分散等化装置10 (30) と光受信器44を別々の構成としたが、可変分散等化装置10 (30) の構成を光受信器44に含ませても良い。さらに受信端に可変分散等化装置10 (30) を接続させて使用する場合には、光受信器44から得られる信号受信特性自体 (例えば、誤り率やアイ開口など) や、光受信器自体の有するクロック抽出機能を使って可変分散等化装置の制御に利用しても良い。

【0087】また、この実施の形態7では、光受信器44の近傍に可変分散等化装置10 (30) を配置しているが、実施の形態6を利用して、可変分散等化装置10 (30) を光伝送路途中または光増幅中継器内に配置することで、波長多重光に対して伝送路途中で各波長毎の最適な波長分散等化処理を行うことができる。

【0088】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、電気フィルタ手段によって抽出されるクロック成分の大きさを用いて制御手段が可変分散等化手段の波長分散制御を行う際に、伝送路に伝送された光信号を分岐させて取り込み、波形整形手段によって光信号の波形を整形した後に、電気フィルタ手段で前記光信号から特定周波数のクロック成分を抽出するので、制御性に優れ、分散制御の可能な制御範囲を広くして、大きな残留分散値に対しても最適な条件で分散等化の制御を行うことができるという効果を奏する。

【0089】つぎの発明によれば、電気フィルタ手段によって抽出されるクロック成分の大きさを用いて制御手段が可変分散等化手段の波長分散制御を行う際に、伝送路に伝送された光信号を分岐させて取り込み、光フィルタ手段によって光信号のうち所定波長帯域の光信号を通過させた後に、電気フィルタ手段で光信号から特定周波数のクロック成分を抽出するので、制御性に優れ、分散制御の可能な制御範囲を広くして、大きな残留分散値に対しても最適な条件で分散等化の制御を行うことができるという効果を奏する。

【0090】つぎの発明によれば、光フィルタ手段の前段または後段に分散付与手段を接続させ、入力する光信号に所定特性の波長分散を付与するので、可変分散等化手段の動作制御点を任意に設定できるという効果を奏する。

【0091】つぎの発明によれば、光フィルタ手段自体が入力する光信号に所定の波長分散を付与する分散付与機能を持つので、より少ない部品点数で簡易に可変分散等化手段の動作制御点を任意に設定できるという効果を奏する。

【0092】つぎの発明によれば、前記光伝送路または前記波形整形手段もしくは前記光フィルタ手段の前段に検出手段を接続させ、分岐させた光信号の信号レベルを検出手段で検出し、入力されるクロック成分の大きさと光信号の信号レベルに応じて制御手段が可変分散等化手段を制御することにより、特定周波数のクロック成分の変動と光信号の信号レベル自体の変動とをともに含んだ制御を行うので、光信号の信号レベル自体が変動した場合でも、特定周波数のクロック成分による制御を安定して行うことができるという効果を奏する。

【0093】つぎの発明によれば、光フィルタ手段の中心波長または通過帯域幅またはその両方を可変設定するので、制御条件の設定の自由度が向上するという効果を奏する。

【0094】つぎの発明によれば、電気フィルタ手段から出力されるクロック成分が極大値または極小値となるように、制御手段が可変分散等化手段を制御するので、光信号の信号レベルが変動した場合でも安定した制御を行うことができるという効果を奏する。

【0095】つぎの発明によれば、クロック成分と光信号のそれぞれのレベルの比が極大値、極小値または所定値のいずれかになるように可変分散等化手段を制御するので、電気フィルタ手段からの出力が極大値または極小値からずれた場合に最適条件となる光信号に対しても安定した制御を行うことができるという効果を奏する。

【0096】つぎの発明によれば、光波長分波手段と光波長分波手段に接続された可変分散等化装置を有し、光波長分波手段で分波された各波長帯域毎に分散等化処理を行うので、各波長帯域毎に最適な分散等化処理を行うことができるという効果を奏する。

【0097】つぎの発明によれば、光波長分波手段と可変分散等化装置と光波長合波手段を有し、各波長帯域毎の分散等化処理後に光波長合波手段によって各波長帯域毎の光信号を再び合波するので、光伝送路の途中においても各波長帯域毎の最適な分散等化処理を行うことができるという効果を奏する。

【0098】つぎの発明によれば、可変分散等化装置を光受信器内または光受信器近傍に配置することで、最適な光受信器の受信特性を得ることができるという効果を奏する。

【0099】つぎの発明によれば、可変分散等化装置を光増幅中継器内または前記光伝送路上に配置するので、光伝送系の任意の場所で最適な分散等化処理を行うことができるという効果を奏する。

【0100】つぎの発明によれば、可変分散等化装置を光受信器に配置することで、最適な光受信器の受信特性を得ることができるという効果を奏する。

【0101】つぎの発明によれば、光伝送路に伝送された光信号を波形整形工程で波形整形した後に、抽出工程によって光信号から特定周波数のクロック成分を抽出し、さらに制御工程でクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記伝送路の波長分散を制御することによって、クロック成分の残留分散値に対する変動度合を調整するので、制御性に優れ、分散制御の可能な制御範囲を広くして、大きな残留分散値に対しても最適な条件で分散等化の制御を行うことができるという効果を奏する。

【0102】つぎの発明によれば、通過工程で光伝送路に伝送された光信号を特定周波数に帯域制限した後に、抽出工程で光信号からクロック成分を抽出し、さらに制御工程でクロック成分の大きさが極大値または極小値となるように前記伝送路の波長分散を制御することによって、クロック成分の残留分散値に対する変動度合を調整するので、制御性に優れ、分散制御の可能な制御範囲を広くして、大きな残留分散値に対しても最適な条件で分散等化の制御を行うことができるという効果を奏する。

【0103】つぎの発明によれば、抽出工程で抽出されたクロック成分と検出工程で検出された光信号のそれぞれのレベルの比が極大値または極小値になるように、または極大値や極小値からずれた場合に所定値になるように制御工程によって前記伝送路の波長分散を制御するので、光信号の信号レベル自体が変動した場合でも、特定周波数のクロック成分による制御を安定して行うことができるという効果を奏する。

【0104】つぎの発明によれば、分散付与工程によって光信号に所定特性の波長分散を付与して、分散の最適制御ポイントを等価的にシフトさせるので、最適制御ポイントを任意に設定できる。

【0105】つぎの発明によれば、通過工程で光信号の中心波長または通過帯域幅またはその両方を可変設定す

るので、制御条件の設定の自由度が向上するという効果を奏する。

【0106】 つぎの発明によれば、光波長分波工程で各波長帯域毎に分波した光信号に対して分散等化処理を行うので、光伝送系の任意の場所で最適な分散等化処理を行うことができるという効果を奏する。

【0107】 この発明によれば、光波長分波工程で分波された光信号に対して各波長帯域毎の分散等化処理を行い、光波長合波工程で波長帯域毎の光信号を再び合波するので、各波長帯域毎の最適な分散等化処理を光伝送路の途中で行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 残留分散値に対する抽出クロック成分の大きさの変化の一例を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態2の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。

【図4】 この発明の実施の形態3の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。

【図5】 この発明の実施の形態4の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。

【図6】 この発明の実施の形態5の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。

【図7】 この発明の実施の形態6の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。

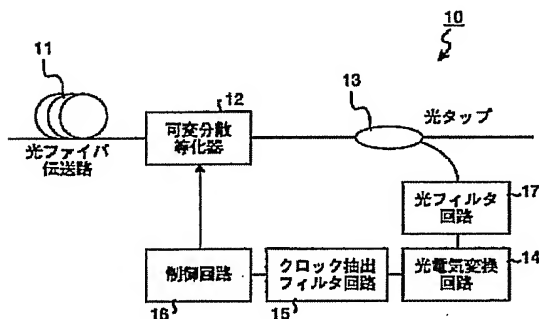
【図8】 この発明の実施の形態7の可変分散等化装置を有する光伝送システムの構成を示す構成図である。

【図9】 分散制御を行う従来例の可変分散等化装置の構成を示すブロック図である。

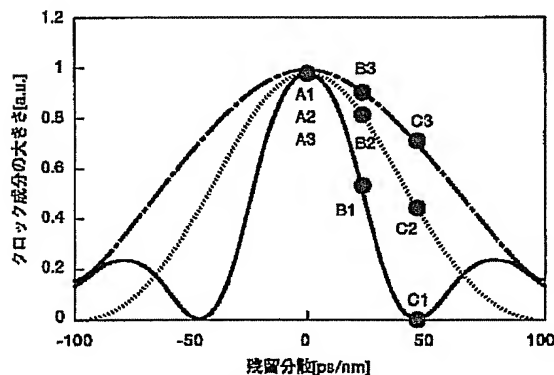
【符号の説明】

10、10a~10n、30 可変分散等化装置、11、31、32a~32n、35、42a~42c 光ファイバ伝送路、12 可変分散等化器、13、19 光タップ、14 光電気変換回路、15 クロック抽出フィルタ回路、16 制御回路、17 光フィルタ回路、18 分散付与回路、20 光パワーモニタ回路、21 波形整形回路、33 光波長分波器、34 光波長合波器、40 光伝送システム、41 光送信器、43a、43b 光増幅中継器、44 光受信器。

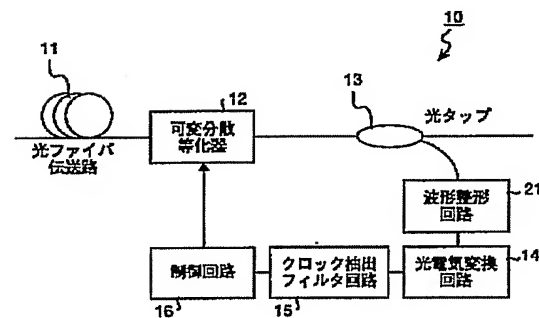
【図1】



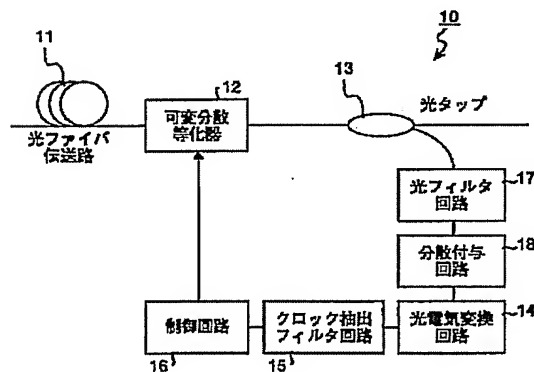
【図2】



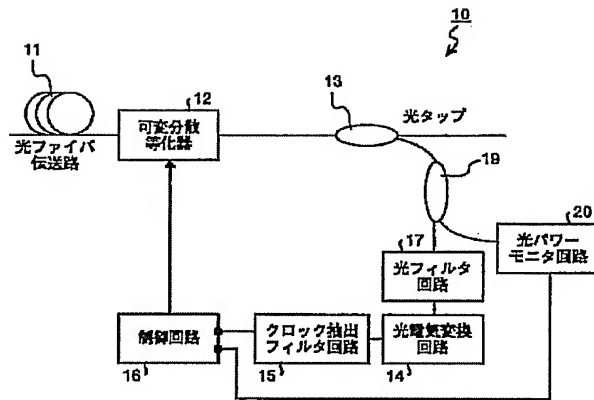
【図3】



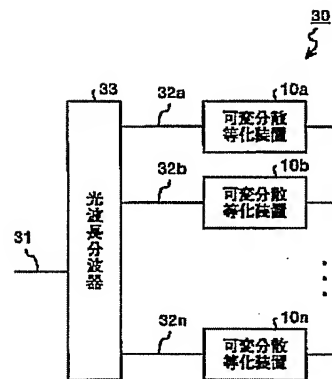
【図4】



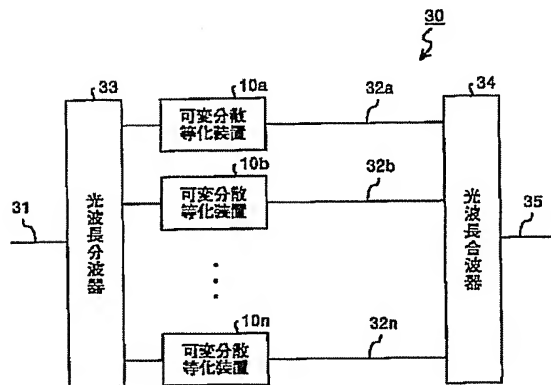
【図5】



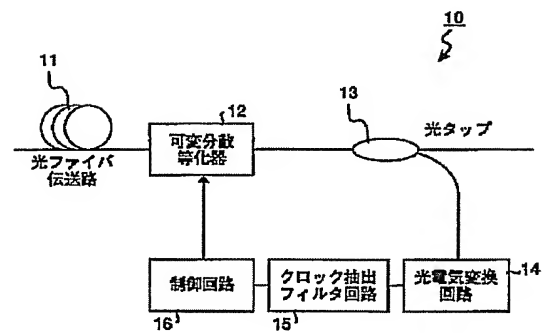
【図6】



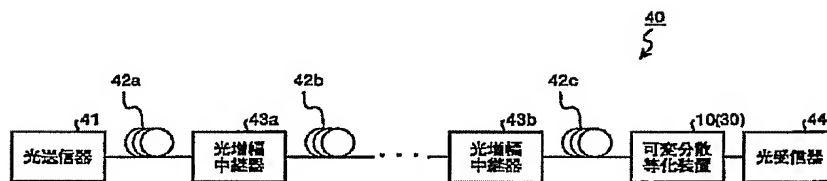
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

ターマコード (参考)

H 0 4 B 10/00

H 0 4 B 9/00

E

10/18

B

H 0 4 J 14/00

14/02

(72) 発明者 小林 由紀夫
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内
(72) 発明者 橋本 実
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

F ターム (参考) 2H048 GA01 GA04 GA13 GA62
2H049 AA02 AA33 AA45 AA59 AA62
2H079 AA06 AA13 BA01 CA04 EA09
FA01 HA11 KA07 KA11 KA19
5K002 AA03 AA06 BA04 BA05 CA01
DA02 DA05 FA01